

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-096344

(43)Date of publication of application : 02.04.2002

(51)Int.Cl.

B29C 43/36  
B29C 45/26  
C03B 11/00  
G02B 3/00  
G02B 3/04  
// B29L 11:00

(21)Application number : 2000-290455

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 25.09.2000

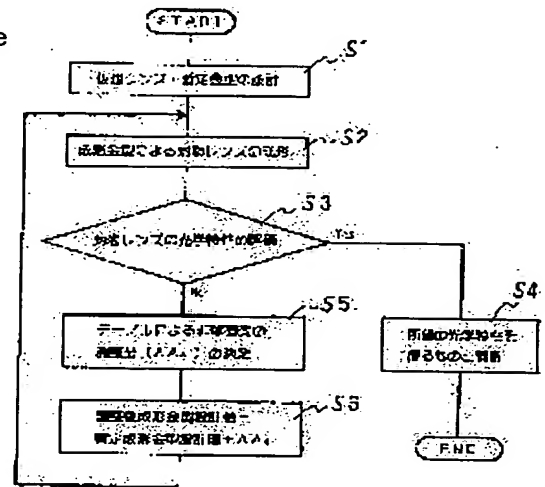
(72)Inventor : KAWAKITA SATOSHI

(54) METHOD FOR DESIGNING MOLD FOR MOLDING LENS, AND MOLDED LENS

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for designing a mold for molding a lens, and the lens accurately having desired optical characteristics without being affected by the shrinkage of a material, the change quantity of a refractive index or the like being the indefinite elements of the lens.

**SOLUTION:** A tentative mold 2 is formed on the basis of a predetermined shape design value and a tentative lens 1 is molded by the tentative mold, and the optical characteristics of the molded tentative lens are measured to be compared with desired optical characteristics to detect the shift quantity of the spherical aberration value thereof. The shift quantity of an aspheric aberration value shifted from the desired optical characteristics as a result of detection is collated with a table T preliminarily calculating the relation between the fine change quantity  $A_i$  of higher order among the aspheric surface constant  $A_i$  of a formula prescribing an aspheric surface and the variation quantity of the aspheric surface aberration value, and the fine change quantity of higher order among the corresponding aspheric surface constant is determined as adjusting quantity and the adjusting quantity is added to the aspheric surface constant of the formula for prescribing the aspheric surface of the tentative mold to design a final mold as a new shape design value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-96344

(P2002-96344A)

(43) 公開日 平成14年4月2日 (2002.4.2)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | テーマコード <sup>*</sup> (参考) |
|---------------------------|------|---------------|--------------------------|
| B 2 9 C 43/36             |      | B 2 9 C 43/36 | 4 F 2 0 2                |
| 45/26                     |      | 45/26         |                          |
| C 0 3 B 11/00             |      | C 0 3 B 11/00 | M                        |
| G 0 2 B 3/00              |      | G 0 2 B 3/00  | Z                        |
| 3/04                      |      | 3/04          |                          |

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-290455 (P2000-290455)

(22) 出願日 平成12年9月25日 (2000.9.25)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 川北 聡

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 100069051

弁理士 小松 祐治

Fターム (参考) 4F202 AH74 AM23 CA09 CA11 CB01

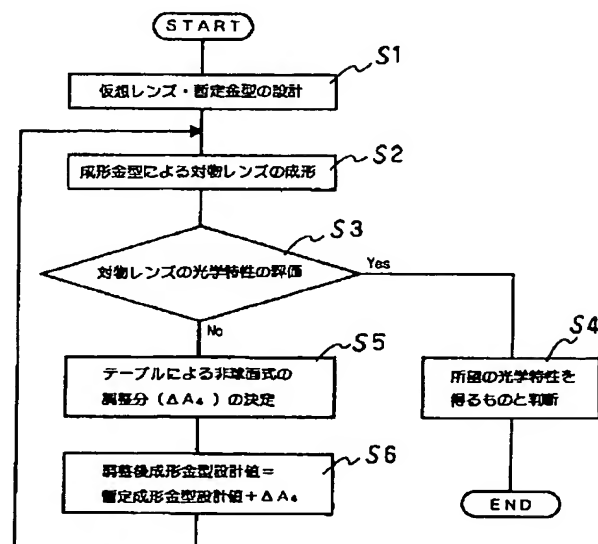
CD28 CD30

(54) 【発明の名称】 レンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形したレンズ

(57) 【要約】

【課題】 成形されるレンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形されたレンズに関し、レンズの不確定要素である材料収縮や屈折率の変化量などに影響されることなく、所望の光学特性を精度良く有するレンズを提供する。

【解決手段】 所定の形状設計値に基づき暫定成形金型2の作成を行い、該暫定成形金型により暫定レンズ1を成形するとともに、成形された暫定レンズの光学特性を測定して所望の光学特性と比較し、その球面収差値のズレ量を検出するとともに、検出の結果、所望の光学特性からずれた非球面収差値のズレ量を、非球面を規定する式の非球面定数  $A_i$  のうち高次項の微小な変化量  $\Delta A_i$  と球面収差値の変動量との関係を予め求めたテーブルTに照らし合わせ、対応する非球面定数のうち高次項の微小な変化量を調整量として決定し、該調整量を上記暫定成形金型の非球面を規定する式の非球面定数に加算して新たな形状設計値として最終的な成形金型を設計するようにする。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 所定の形状設計値に基づき暫定の成形金型（以下、「暫定成形金型」という。）の作成を行い、

該暫定成形金型により暫定のレンズ（以下、「暫定レンズ」という。）を成形するとともに、

成形された暫定レンズの光学特性を測定して所望の光学特性と比較し、その球面収差値のズレ量を検出するとともに、

検出の結果、所望の光学特性からずれた非球面収差値のズレ量を、非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量と球面収差値の変動量との関係を予め求めたテーブルに照らし合わせ、対応する非球面定数のうち高次項の微小な変化量を調整量として決定し、該調整量を上記暫定成形金型の非球面を規定する式の非球面定数に加算して新たな形状設計値として最終的な成形金型を設計するようにしたことを特徴とするレンズの成形金型の設計方法。

**【請求項 2】** 所定の形状設計値に基づき暫定の成形金型（以下、「暫定成形金型」という。）の作成を行い、

該暫定成形金型により暫定のレンズ（以下、「暫定レンズ」という。）を成形するとともに、

成形された暫定レンズの光学特性を測定して所望の光学特性と比較し、その球面収差値のズレ量を検出するとともに、

検出の結果、所望の光学特性からずれた非球面収差値のズレ量を、非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量と球面収差値の変動量と関係を予め求めたテーブルに照らし合わせ、対応する非球面定数のうち高次項の微小な変化量を調整量として決定し、該調整量を上記暫定成形金型の非球面を規定する式の非球面定数に加算して新たな形状設計値として設計した最終的な成形金型で成形したことを特徴とするレンズ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は新規なレンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形したレンズに関する。詳しくは、成形されたレンズの光学特性の向上を図る技術に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** CD（コンパクトディスク）、DVD（デジタルビデオディスク）などの光学ディスクを記録媒体とする光学ディスクドライブ装置にあっては、その光学ピックアップ装置に対物レンズが使用され、該対物レンズはガラス、プラスチックなどの成形品が用いられる。

**【0003】** かかる対物レンズは予め所望の光学特性を得るように光学的設計に基づきその形状設計が為され（以下、この形状設計値を「理想形状設計値」とい

う。）、該理想形状設計値と凹凸逆の同一形状設計値で成形金型が設計される。

**【0004】** ところが、成形品は成形後、収縮するため所望の形状（理想形状設計値の形状）を維持することができず、成形された対物レンズはその光学特性が所望のものとは異なってしまうことがある。

**【0005】** そこで、理想形状設計値の形状をした対物レンズを得るために、特開平 5-96572 号に示す成形金型の設計方法がある。

**【0006】** この特開平 5-96572 号に示された成形金型の設計方法によれば、暫定的に作成された成形金型で暫定的なレンズを成形し、上記暫定的な成形金型の形状寸法値とレンズの形状測定値との差分から形状回帰曲線を求め、これを成形金型設計のフィードバックすることにより、新たな成形金型を作成しようとするものである。

**【0007】** これにより、理想形状設計値の形状に近似したレンズを成形することができる。

**【0008】**

**【発明が解決しようとする課題】** ところが、このように成形されたレンズであっても、材料の屈折率やレンズの厚みなどの微小な相違により、光学干涉測定であられる透過波面収差にて評価を行うと、所望の光学特性（球面収差）を得ることができないのが現状である。

**【0009】** 特に近年、DVD などの記録密度の高密度化に伴い、従来、許容されていた公差の幅が狭くなってきており、成形レンズの歩留まりが悪化することが懸念されている。

**【0010】** そこで、本発明は、成形されるレンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形されたレンズに関し、レンズの不確定要素である材料収縮や屈折率の変化などに影響されることなく、所望の光学特性を精度良く有するレンズを提供することを課題とする。

**【0011】**

**【課題を解決するための手段】** 本発明レンズの成形金型の設計方法は、上記した課題を解決するために、所定の形状設計値に基づき暫定成形金型の作成を行い、該暫定成形金型により暫定レンズを成形するとともに、成形された暫定レンズの光学特性を測定して所望の光学特性と比較し、その球面収差値のズレ量を検出するとともに、検出の結果、所望の光学特性からずれた非球面収差値のズレ量を、非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量と球面収差値の変動量との関係を予め求めたテーブルに照らし合わせ、対応する非球面定数のうち高次項の微小な変化量を調整量として決定し、該調整量を上記暫定成形金型の非球面を規定する式の非球面定数に加算して新たな形状設計値として最終的な成形金型を設計するようにしたものである。

**【0012】** また、本発明レンズは、所定の形状設計値に基づき暫定成形金型の作成を行い、該暫定成形金型に

より暫定レンズを成形するとともに、成形された暫定レンズの光学特性を測定して所望の光学特性と比較し、その球面収差値のズレ量を検出するとともに、検出の結果、所望の光学特性からずれた非球面収差値のズレ量を、非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量と球面収差値の変動量との関係を予め求めたテーブルに照らし合わせ、対応する非球面定数のうち高次項の微小な変化量を調整量として決定し、該調整量を上記暫定成形金型の非球面を規定する式の非球面定数に加算して新たな形状設計値として設計した最終的な成形金型で成形したものである。

【0013】従って、本発明レンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形したレンズにあっては、成形されたレンズについての評価が光学特性についてのものであり、レンズの不確定要素である材料収縮や屈折率の変化などを細かく分析する必要が無く、これらを含めた球面収差の調整が可能であるため、所望する光学特性を備えたレンズを成形することができ、しかも、その調整量は非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量としているため、その高次項を適宜選択することによりより高精度な調整ができ、所望の光学特性により近似したレンズを容易に成形することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に、本発明レンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形したレンズの実施の形態について添付図面を参照して説明する。

$$Z_L = X^2/R_L / [1 + \{1 - (1 + K_L) (X/R_L)^2\}^{1/2}] + \sum A_{Li} X^i \dots\dots\dots (1)$$

$$Z_K = X^2/R_K / [1 + \{1 - (1 + K_K) (X/R_K)^2\}^{1/2}] + \sum A_{Ki} X^i \dots\dots\dots (2)$$

なお、

$Z_L$ : レンズの光軸方向値

$Z_K$ : 金型設計の光軸方向値

$X$ : 光軸に垂直な方向値

$R_L$ : レンズの曲率半径

$R_K$ : 金型の曲率半径

$K_L$ : レンズの円錐定数

$K_K$ : 金型の円錐定数

$A_{Li}$ : レンズの非球面定数

$A_{Ki}$ : 金型の非球面定数

【0023】・ステップ2 (S2)

成形金型によりレンズを成形する。ステップ2 (S2) は、上記ステップ1 (S1) から流れてくる場合には、かかる成形金型は上記暫定成形金型2となる。かかるレンズは最終的な所望の光学特性を有したものと限らないので、暫定対物レンズ1とする。また、後述するステップ6 (S6) から流れてくる場合には、かかる成形金型は調整後の成形金型となる。

【0015】図1は、CD用の対物レンズ1の成形に用いる成形金型2を模式的に示したものである。

【0016】成形金型2は、所望の形状に作成された上側成形金型3と所望の形状に作成された下側成形金型4とこれらを左右から挟むように配設されたヒーター5、5とから成る。

【0017】上側成形金型3と下側成形金型4との間にはキャビティ6が形成され、該キャビティ6に成形材料7が胴体8、8をガイドとして位置され、上記ヒーター5、5によって成形材料7が加熱されプレスされる。

【0018】これにより、上側成形金型3と下側成形金型4との形状が転写された対物レンズ1が成形される。

【0019】そして、所望の光学特性を有する対物レンズ1を得るため、図2のフローチャート図に従って、成形金型の設計方法について説明する。

【0020】・ステップ1 (S1)

所定の形状のレンズ面を有する仮想の対物レンズ1及び暫定成形金型2を設計する。かかる仮想の対物レンズ1のレンズ面を規定する式を「数1」に示す。「数1」のは非球面を規定する式であり、光学特性の光学シミュレーションによりほぼ理想のレンズ面を「数1 (1)」式で仮定する。

【0021】また、同様に暫定成形金型2についても、「数1 (2)」式によりほぼ理想の成形面を仮定する。

【0022】

【数1】

【0024】・ステップ3 (S3)

成形された対物レンズ1についてその光学特性を測定して評価する。光学特性の評価とは、例えば、透過波面測定により干渉縞及び3次の球面収差値を得て、所望の光学特性とのズレの有無を判断する。評価の結果、所望する光学特性との間においてズレがない場合には、ステップ4 (S4) に進み、所望する光学特性との間にズレがある場合はステップ5 (S5) に進む。

【0025】上記暫定対物レンズ1の場合は通常光学特性にズレが生じている。この暫定対物レンズ1について透過波面測定を行った結果、図3(a)に示す干渉縞及び図3(b)に示す3次の球面収差値(+0.020λrms)が得られたとする。かかる干渉縞を観察すると各縞が上下部分が揺らいでいるのが解る。所望する光学特性を得られる理想的な対物レンズでは、上記干渉縞は直線で、かつ、3次の球面収差値は「0」であり、この暫定対物レンズ1にあつては球面収差値が「+0.020λrms」ズレていることになる。

#### 【0026】・ステップ4(S4)

成形された対物レンズ1は所望の光学特性を有するもので、これを成形した成形金型2は、所望の光学特性をもった対物レンズ1を成形することができる成形金型2として判断することができる。なお、暫定対物レンズ1が所望の光学特性を有した場合には、かかる暫定対物レンズ1は、最早暫定的なものでなく、正に対物レンズ1である。また、これを成形した上記暫定成形金型2も暫定的なものでなく、正に成形金型2であると判断することができる。

#### 【0027】・ステップ5(S5)

暫定対物レンズ1の所望の光学特性からのズレを光学シミュレーションにより予め設定しておいたテーブルTに照らし合わせて、成形金型2の調整分を決定する。テーブルTとは、上記「数1(2)」について「非球面定数 $A_i$ 」を微小に変化させたときの変化量( $\Delta A_4$ )と球面収差値の変動量との対応関係を示したものである。かかるテーブルTを図4に表として示す。

【0028】例えば、上側暫定成形金型3の「数1(2)」式の4次項( $A_4$ )を「-0.5E-05」変化させると、球面収差値(3次)は「+0.005λrms」変動し、「数1(2)」式の4次項( $A_4$ )を「+0.5E-05」変化させると、球面収差値(3次)は

$$\text{調整後の上側金型設計 } A_4 = \text{上金型の } A_{x4} + 1.0 \times 10^{-5} \dots \dots (3)$$

$$\text{調整後の下側金型設計 } A_4 = \text{下金型の } A_{x4} - 1.0 \times 10^{-5} \dots \dots (4)$$

【0033】このように設計された成形金型2により、ステップ2(S2)に戻り、対物レンズ1の成形が行われる。

【0034】しかして、かかる調整後の成形金型2で成形された対物レンズ1の光学特性をステップ3(S3)で行った結果、図5(b)に示すような干渉縞及び3次の球面収差値(-0.001λrms)が得られた。これにより、ステップ4(S4)に進み、当該対物レンズ1は所望する光学特性及び形状を有し、従って、これを成形した調整後の成形金型2も、所望の光学特性をもった対物レンズ1を成形することができる成形金型2として判断することができる。

【0035】なお、上述のように、テーブルTには代表的な対物レンズの例として、上下レンズ面の「数1

「-0.005λrms」変動することが図4から解る。

【0029】同様に、下側暫定成形金型4の「数1(2)」式の4次項( $A_4$ )を「-1.0E-05」変化させると、球面収差値(3次)は「-0.008λrms」変動し、下側暫定成形金型4の「数1(2)」式の4次項( $A_4$ )を「+1.0E-05」変化させると、球面収差値(3次)は「-0.008λrms」変動することが図4から解る。

【0030】そして、上記ステップ3(S3)により暫定対物レンズ1の光学特性の球面収差値が、「+0.020λrms」であり、これを解消するための調整分を図4から選択する。具体的には、「+0.020λrms」を解消するには、上側暫定成形金型3による変動分及び／又は下側暫定成形金型4による変動分の加減算の合計が「-0.020λrms」になるようなそれぞれの $\Delta A_4$ の変化分を探し当てればよい。その結果、上側暫定成形金型3による変動分「-0.011λrms」と下側暫定成形金型4による変動分「-0.008λrms」とを合計すると「-0.019λrms」となり、ほぼ上記ズレ分を解消できることが解る。したがって、この例では、上側の暫定成形金型3の調整分として $\Delta A_4 = +1.0E-05$ 及び下側の暫定成形金型4の調整分として $\Delta A_4 = -1.0E-05$ として決定してステップ6(S6)に進む。

【0031】・ステップ6(S6)ステップ5(S5)により決定された $\Delta A_4$ の調整分を上記「数1(2)」に

加算して、再度、上側成形金型3及び下側成形金型4を設計する。従って、調整後の成形金型3、4の成形面の式は「数2」のようになる。なお、「数2」には上記「数1」の第4項のみを取り出して記述する。

#### 【0032】

##### 【数2】

(2)式の「 $A_4$ 」の項のみの微小変化量 $\Delta A_4$ による球面収差の光学シミュレーションを示したが、これに限るものでなく、さらに高次球面収差の調整をすることにより、さらに微小な調整を行うことができ、光学特性をさらに向上させることができる。この場合、テーブルとして、予め3次以上の高次球面収差値と高次項の組み合わせ( $\sum \Delta A_i \times i$ )との対応関係を調査しておく必要がある。

【0036】また、上記実施の形態にあつては、対物レンズの上下レンズ面について、いずれも調整するようにしたが、本発明はこれに限らず、いずれか一方のみのレンズ面について、すなわち、上側成形金型又は下側成形金型的一方のみについて調整を行うようにしても良い。このようにいずれか一方のみの成形金型を調整するよう

にすると、例えば、同種類の対物レンズにおいて球面収差（3次）の異なった対物レンズが複数種類成形する必要がある場合、量産効果をあげるため成形金型の一方の形状を固定しておいて、他方の成形金型に関して非球面定数  $A_j$  を微少に変化させることによって所望の光学特性を有する対物レンズを成形することができる。

【0037】なお、上記実施の形態において本発明を光学ピックアップ装置の対物レンズに適用したが、本発明はこれに限らず、プラスチック、ガラスなどのように成形されるレンズ一般に適用することができる。

【0038】また、上記実施の形態においては、プレスによる成形方法について説明したが、本発明はこれに限らず、成形金型を用いる成形方法、例えば、射出成形などにも適用することができる。

【0039】この他、上記した実施の形態において示した各部の形状及び構造は、何れも本発明を実施するに当たっての具体化のほんの一例を示したものにすぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

【0040】

【発明の効果】以上に記載したところから明らかなように、本発明レンズの成形金型の設計方法は、所定の形状設計値に基づき暫定成形金型の作成を行い、該暫定成形金型により暫定レンズを成形するとともに、成形された暫定レンズの光学特性を測定して所望の光学特性と比較し、その球面収差値のズレ量を検出するとともに、検出の結果、所望の光学特性からずれた非球面収差値のズレ量を、非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量と球面収差値の変動量との関係を予め求めたテーブルに照らし合わせ、対応する非球面定数のうち高次項の微小な変化量を調整量として決定し、該調整量を上記暫定成形金型の非球面を規定する式の非球面定数に加算して新たな形状設計値として最終的な成形金型を設計することを特徴とする。

【0041】また、本発明レンズは、所定の形状設計値に基づき暫定成形金型の作成を行い、該暫定成形金型に

より暫定レンズを成形するとともに、成形された暫定レンズの光学特性を測定して所望の光学特性と比較し、その球面収差値のズレ量を検出するとともに、検出の結果、所望の光学特性からずれた非球面収差値のズレ量を、非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量と球面収差値の変動量との関係を予め求めたテーブルに照らし合わせ、対応する非球面定数のうち高次項の微小な変化量を調整量として決定し、該調整量を上記暫定成形金型の非球面を規定する式の非球面定数に加算して新たな形状設計値として設計した最終的な成形金型で成形することを特徴とする。

【0042】従って、本発明レンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形したレンズにあっては、成形されたレンズについての評価が光学特性についてのものであり、レンズの不確定要素である材料収縮や屈折率の変化などを細かく分析する必要が無く、これらを含めた球面収差の調整が可能であるため、所望する光学特性を備えたレンズを成形することができ、しかも、その調整量は非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量としているため、その高次項を選択することによりより高精度な調整ができ、所望の光学特性により近似したレンズを容易に成形することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】レンズの成形に用いる成形金型を示す模式図である。

【図2】本発明にかかる成形金型の設計方法のフローチャート図である。

【図3】暫定対物レンズの光学特性を示すもので、（a）は干渉縞、（b）は3次の球面収差値の図である。

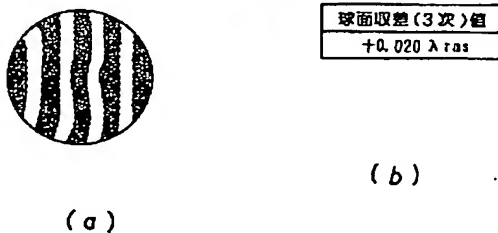
【図4】テーブルを示す図である。

【図5】調整後の成形金型で成形した対物レンズの光学特性を示すもので、（a）は干渉縞、（b）は3次の球面収差値の図である。

【符号の説明】

1…対物レンズ、2…成形金型、T…テーブル

【図3】

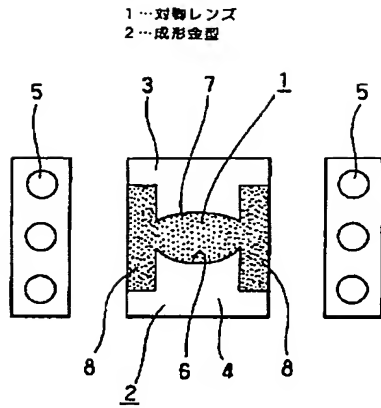


【図4】

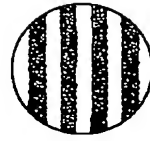
T…テーブル

| 上型側の<br>$\Delta A_4$ | 球面収差(3次)の<br>増減 ( $\lambda$ rms) | 下型側の<br>$\Delta A_4$ | 球面収差(3次)の<br>増減 ( $\lambda$ rms) |
|----------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| -2.0E-05             | 0.022                            | -4.0E-05             | -0.032                           |
| -1.5E-05             | 0.16                             | -3.0E-05             | -0.024                           |
| -1.0E-05             | 0.011                            | -2.0E-05             | -0.016                           |
| -0.5E-05             | 0.005                            | -1.0E-05             | -0.008                           |
| 0                    | 0                                | 0                    | 0                                |
| 0.5E-05              | -0.005                           | 1.0E-05              | 0.008                            |
| 1.0E-05              | -0.011                           | 2.0E-05              | 0.016                            |
| 1.5E-05              | -0.016                           | 3.0E-05              | 0.024                            |
| 2.0E-05              | -0.022                           | 4.0E-05              | 0.032                            |

【図1】



【図5】

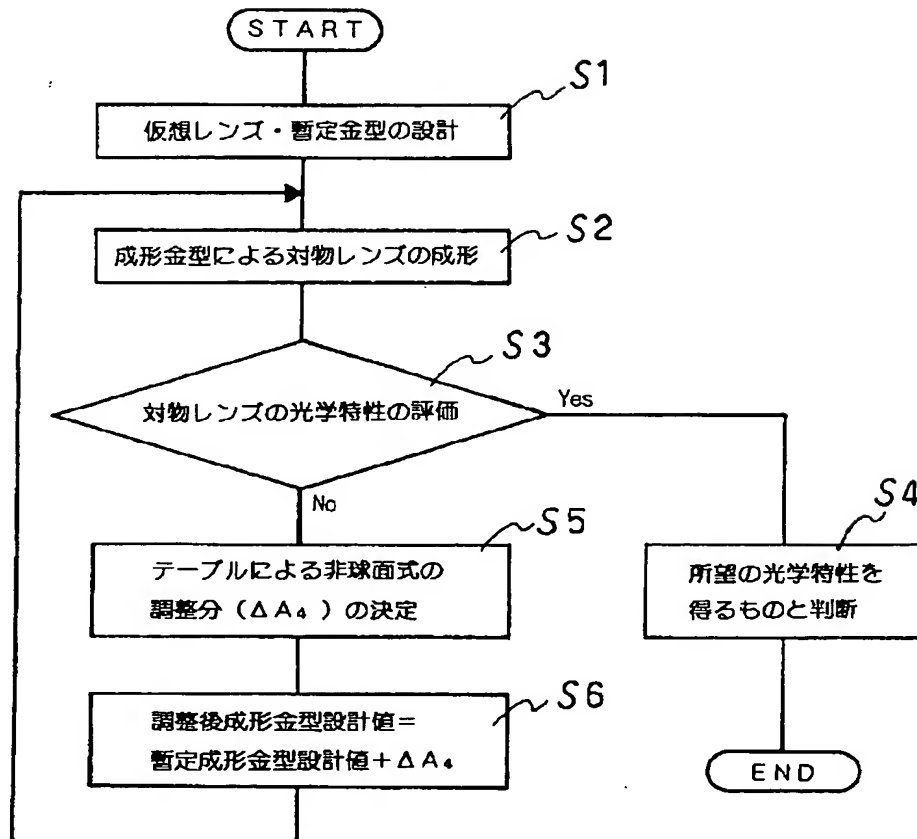


(a)

球面収差(3次)値  
-0.001λ rms

(b)

【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7  
// B 2 9 L 11:00

識別記号

F I  
B 2 9 L 11:00

メモート (参考)